الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الوادي

كلية العلوم والتكنولوجيا

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: فيزياء

تخصص:فيزياء الإشعاع

من إعداد: رزاق هبلة خولة

بن عيسى كوثر

الموضوع

طرق تحليل المواد النانومترية

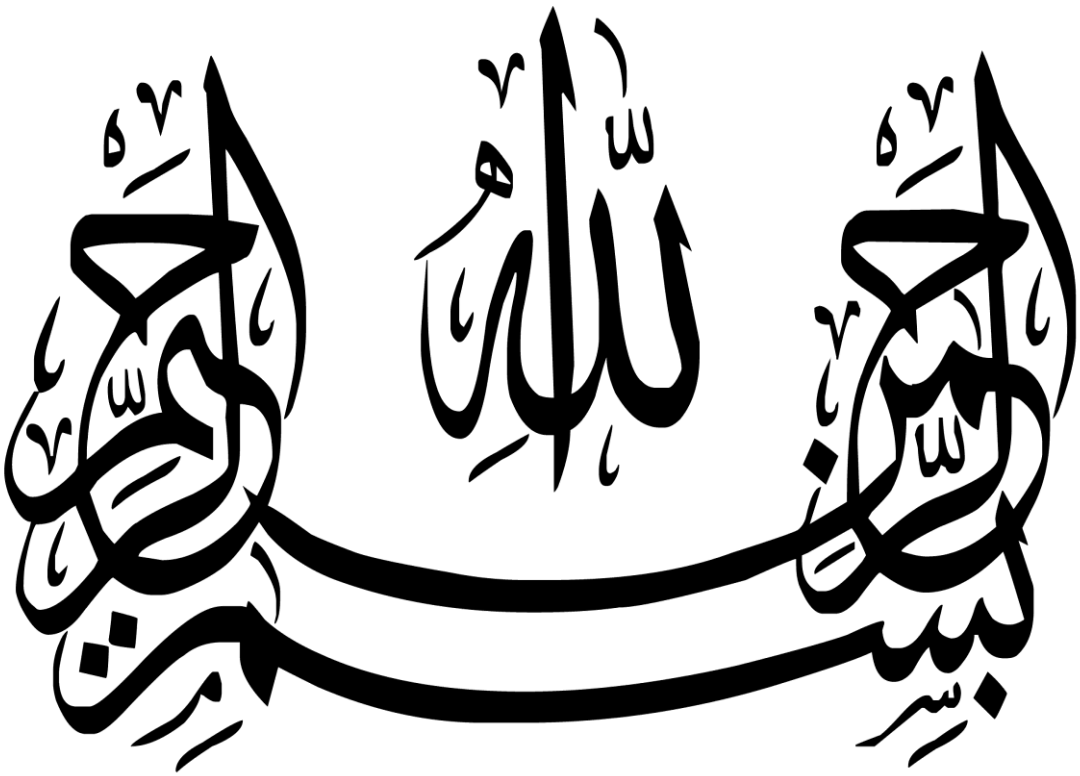
طرق تحليل المواد النانومترية

نوقشت يوم :

أمام لجنة المناقشة المكونة من:

بوراس ليلى	رئيسا
عسكري سهيلة	مناقشا
رحية غاني	مؤطرا

الموسم الجامعي:2014/2013


بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر والتقدير

قال رسول الله - صلى الله عليه وسلم - :"من صنع إليكم معروفا فكافئوه فان لم تجدوا ما تكافئونه فأدعو له حتى تروا أنكم كافأتموه " (أبو داود ج 2 ، 128).

اعترافا بالفضل لأهله وردا للمعروف الى ذويه،فإنني أتوجه بشكر الجزيل الى جامعة الوادي،والى جميع العملين فيها حماها الله ورعاها لتبقى دائما رافعة العلم والدين والإيمان.

كما اتقدم بجزيل الشكر والتقدير لأستاذي الفاضل د.غاني رحية لإشرافه على مذكرتي على حسن توجيهه ورعايته،فجزاه الله خيرا عني وعلى العلم والعلماء.

كما اتقدم بجزيل الشكر الى والدي العزيز وأمي الغالية على تربيتهم ودعمهم ونصحهم لي وسهرهم على راحتي.

وأتقدم بجزيل الشكر الى صديقتي العزيزة على إخلاصها الصادق لي ولعملها على هذه المذكرة بجد.

وأخيرا اتقدم بشكر والعرفان لكل من كان له دورا من قرب او بعيد ، مباشر او غير مباشر في إيصال هذه المذكرة الى ما وصلت إليه من نتائج متواضعة.

الفـــهرس

المقدمة العامة

الفصل الأول: المواد النانومترية

مقدمة.....2

1•I نبذة تاريخية :.....2

2•I مفهوم المواد النانومترية:.....4

I•2 •1 مفهوم علم النانوتكنولوجي:.....4

I•2•2 تقنية النانو:.....5

I•2•3علم النانو:.....5

I• 3 تصنيف المواد النانومترية: 5

I•3•1 المواد النانومترية أحادية الأبعاد: 5

I•3•2 المواد النانومترية ثنائية الأبعاد:.....5

I•3•3 المواد النانومترية ثلاثية الأبعاد: 6

1 النقاط الكمية: 6

2 الفولورين: 6

3 الكرات النانومترية :.....6

4 الجسيمات النانومترية: 7

I•4 خصائص المواد النانومترية: 7

I•4•1 الخواص الكيميائية :.....8

I•4•2 الخواص الميكانيكية : 8

I•4•3 الخواص الفيزيائية :.....8

I•4•3•1 الخواص الحرارية:.....8

I•4•3•2 الخواص الضوئية:.....8

I•4•4 الخواص المغناطيسية :.....9

I•4•5 الخواص الكهربائية :.....9

الفصل الثاني: تصنيع المواد النانومترية

II •1 طرق إنتاج المواد النانو مترية:.....10

II•1•1 تقنية إنتاج المواد النانومترية بأسلوب من الأعلى إلى الأسفل:.....10

II•1•1•1 طريقة الطحن الميكانيكي:.....10

II•1•2 طريقة الحفر:.....11
II•2 تقنية إنتاج المواد النانومترية بأسلوب من الأسفل إلى الأعلى:.....12
II• 2•1 التجمع الموضعي :.....13
II•2•2 التجمع الذاتي:.....13
II• 2•3 طريقة الصول- جل(sol-gel):.....13
الفصل الثالث: الجزء التطبيقي
III.1 الشروط التجريبية:.....15
III•2 تعيين نوع الشبكة:.....15
III •2 •1 تعريف ملفASTM :.....15
الخلاصة العامة
المراجع

فهرس الاشكال

الفصل الأول

الرقم	العنوان	الصفحة
1	يوضح فكرة عمل إبرة بذرات عنصر الميكروسكوب النفقي الماسح من النيكل.	3
2	شعار شركة IBM مكتوبا على شريحة الزرئون.	3
3	رسم تخطيطي يوضح صفا أفقيا مكون من 13ذرة من ذرات هيدروجين البالغ قطر الواحدة منها 0,75 نانومتر.	4
4	شكل توضيحي لمقارنة وحدة النانومتر بالمقاييس الأخرى.	5
5	رسم تخطيطي يبين الأشكال المختلفة التي تخلق المواد النانومترية على هيئتها.	6
6	بعض التراكيب النانومترية.	7
7	تغير لون الذهب حسب حجم حبيباته.	9

الفصل الثاني

الرقم	العنوان	الصفحة
1	تخطيطي لوعاء الطحن محتوى على الكرات التي تقوم بطحن المادة.	11
2	تكبير لشريحة السيلكون.	11
3	رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل إنتاج المواد النانومترية من خلال طريقة الصول جول الكيميائية.	14

الفصل الثالث

الرقم	العنوان	الصفحة
1	مخطط انعراج الأشعة السينية للمركب بدلالة زمن السحق.	16
2	مخطط انعراج DRX بعد 30 دقيقة من السحق.	16
3	منحنى تغير البعد بين الحبيبات ‹ d› بدلالة زمن الشحن حيث يحسب من العلاقة.	17

المقدمة العامة

لقد خلق الله - سبحانه وتعالى - الإنسان في أحسن تقويم ، وميّزه عن باقي المخلوقات بالعقل ، مما جعله دائم التفكير ، وقد استطاع الإنسان منذ بداية خلقه أن يطوّر البيئة المحيطة به لصالحه، فقد استغل المواد المحيطة به للحصول على منتجات تعمل على تحسين معيشته ، فلم يتوقف به الحال عند سد حاجاته الأساسية ، بل أبدع في اكتشاف واختراع طرق وأساليب للترفيه عن نفسه. وفي هذا الزمن شهدنا ثورة المعلومات و الاتصالات ، ويمر العالم اليوم بمرحلة تطور علمي سريع ومذهل.

حيث استطاع أن يصل إلى تركيبات ومكونات دقيقة جدا للمادة، بل متناهية في الصغر، ليتعرف على البنية الأساسية للمواد ويغير فيها ، ومن خلال ذلك التطور استطاع أن يغيّر من خصائص المادة، ليحصل على مواد جديدة بخصائص فريدة تخدم مصلحته في مجالات حياته المختلفة وذلك بطرق عديدة تصنف في طريقتين أساسيتين الأولى من الأعلى إلى الأسفل والثانية من الأسفل إلى الأعلى، وقد أطلق على هذا العالم الصغير اسم العالم النانومتري حيث استطاع أن يصل إلى أحجام مواد تصل أطوالها من 1 الي 100 نانومتر ، و النانو متر هو جزء من المليار من المتر، وأطلق على التقنية التي تنتج هذه المواد وأجهزة جديدة باستخدام هذا المقياس الصغير اسم "تقنية النانو" وأصبحت الآن هي ثورة القرن الحادي والعشرين ويعود الاهتمام الواسع بتقنية النانو الى فترة ما بين 1996 إلى 1998م ، وقد اهتم العالم بهذه التقنية بشكل كبير، وذلك لأنها تدخل في العديد من المجالات من كيمياء وفيزياء، أحياء، هندسة، الكترونيات، بترو كيماويات، زراعة، طب، هندسة وراثية وغيرها . وما زال هذا العلم في بداياته الأولى مما يعطي فرصة للتنافس لنيل السبق العلمي وخاصة للدول العربية لتلحق بركب الحضارة والتقدم إن أعطت اهتماما به. ومع التطور الهائل في العلوم، فقد أدى تطورها إلى ظهور ما يسمى بشرائح الم ايكرو (Microchips) والتي بدورها أدت إلى ثورة علمية وتقنية في جميع المجالات ، وحتى الخمسينات من القرن الماضي لم يكن هناك غير التلفاز الأبيض و الأسود ، ولم توجد إلا عشرة حواسب في العالم أجمع تقريباً، ولم تكن هناك هواتف نقالة أو ساعات رقمية أو الانترنت، كل هذه الاختراعات يعودالفضل بعد الله سبحانه وتعالى الى تلك الشرائح.

في هذا البحث قمنا بتقسيمه إلى ثلاثة فصول أساسية حيث في الفصل الأول قمنا بتعريف المواد النانومترية، فما مفهوم هذه المواد، أما في الفصل الثاني فتطرقنا إلى كيفية تصنيفها والوسائل والطرق المستعملة للحصول عليها وما مجالات استخدامها . و في الفصل الثالث تطرقنا إلى تطبيق على المواد النانومترية التي تحصلنا عليها عن طريق عملية السحق لخليط مكون من النيكل و الفسفور.

الفصل الأول

مفهوم المواد النانومترية

مقدمة

تهتم علوم النانو بدراسة المواد في السلم الذري أو الجزيئي حيث يمكن أن نستبدل ذرة عنصر بذرة عنصر آخر ، هكذا نستطيع صنع شيء جديد ومن أي شيء تقريبا، تتميز هذه المواد بكون خواصها تختلف عن خواص نفس المواد في سلم اكبر وتطبيقاتها المتعددة التي تغطي جل المجالات العلمية ، لقد تطور هذا العلم بسرعة كبيرة نظرا لما عرفته تقنيات النانو من اهتمام الباحثين في مجال البحث العلمي و التقني مما جعلها تنتج آليات وتجهيزات تسمح لهم باكتشاف أسرار المادة على المستوى النانومتري ويتوقع تأثيره عمليا على كل مجالات الصناعة العالمية وكذلك المجتمع ، كما أن توحيد المقياس العالمي لهذه التقنية ستحسن عالمنا من خلال التنمية الاقتصادية وتحسين نوعية المياه وحماية الصحة العامة والبيئة. فما هو مفهوم النانو؟ و ما هي معايير تصنيفه ؟

1.I نبذة تاريخية :

استخدمت تقنية النانو منذ زمن طويل في صناعة السيف الدمشقي في فترة ترجع إلى القرن 18،وفسر العلماء إن صانوا هذا السيف استخدموا تقنية النانو و فقدت أسرارها في القرن 18،وفي القرن19في بلاد ما بين النهرين استخدمت لتوليد بريق لأسطح الأواني فعندما ينفذ الضوء من الإناء يأخذ اللون الوردي وعندما ينعكس منه يأخذ اللون الأخضر،وفي 1959م طرح العالم الفيزيائي الأمريكي الشهير البروفيسور ريتشارد فينمان (Feynman Richard) [1] هذا السؤال هل بالإمكان السيطرة على الذرة الواحدة وتحريكها بحرية؟

أطلق صيحته وكانت عنوانا لمحاضرته التاريخية التي ألقاها في حفل إقامته الجمعية الأمريكية للفيزياء التي نال عنها جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1963 بأن هناك متسع كبير في القاع!وقد أبدع فينمان في محاضرته وأعطى تصوره على إمكانية تغير خواص أي مادة إذا تم إعادة ترتيب ذراتها لان خواص المواد تعتمد على تركيبها وبنيتها البلورية وبهذه الأفكار أطلق الشرارة الأولى لثورة القرن 21 التي أطلق عليها العالم الياباني نوريو تانيجوتشي لقب تكنولوجيا النانو سنة1974م . [10]

اعتبر العلماء كلام فينمان خيالا علميا لأنه لا توجد أي وسيلة يمكن بها تحريك الذرة في المادة التي يقل قطرها عن النانومتر الواحد ونقلها من مكان لمكان وإعادة ترتيبها في ذلك الوقت ، و قد تمكن العالمان الفيزيائيان السويسريان هينريك روهرى و زميله جيرد بينيج الحاصلان على جائزة نوبل في الفيزياء سنة 1986م والعاملان بشركة (IBM) الأمريكية من اختراع الميكروسكوب النفقي الماسح الذي يقوم بتصوير الأجسام بحجم النانو ومكنهم من التعامل مع الذرات الأحادية للمادة و تحديد أبعادها الثلاثية عام1981م (الشكلI-1) وقد تمكن العالمان من كتابة اسم الشركة التي يعملان بها بذرات الزركون على

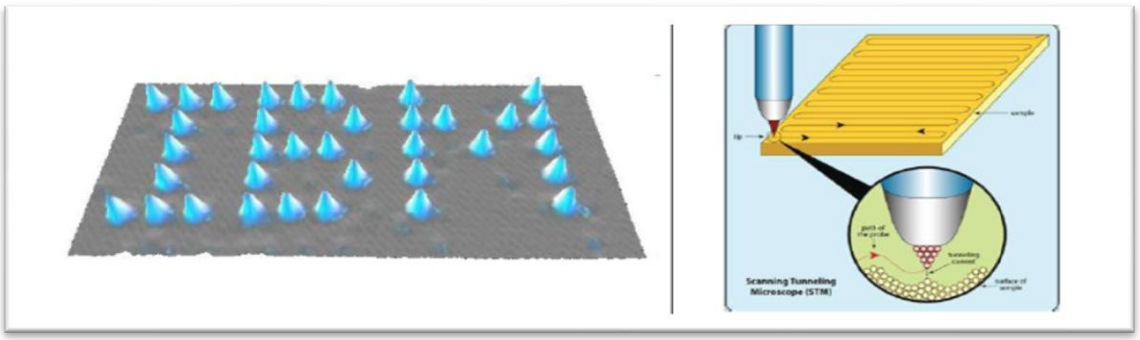
شريحة من النيكل الشكل(I-2) وبعد مرور خمسة سنوات نشر العالم اريك دريكلر أول بحث في موضوع يتعلق بتطبيقات النانو(عام 1986م) وبدأت هذه التقنية بشكل فعلي في عام1990 واعتبرت معيارا لتقدم وحضارة الأمم ومؤشرا لنهضتها،وأصبحت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من اجل تطويرها.

في1991تمكن البروفيسور سوميو ليجما من اكتشاف أنابيب الكربون النانومترية التي وفرت مقاومة شد أعلى من مقاومة الفولاذ ، حيث ساهمت بشكل فعال في تطوير تقنية النانو.مما أدى إلى اكتشاف ترانزستور من قبل مجموعة من الباحثين في جامعة ديلفت سنة 1998مشكل من أنابيب الكربون النانومترية الذي يلعب دورا كبيرا في مجال الالكترونيات ، وفي عام 2000[2] تمكن العالم الفلسطيني منير نايفة من تصنيع عائلة من حبيبات السيلكون أصغرها ذات قطر 1نانومتر وهذا الذي كان ينتظره العالم فينمان حيث انتقلت نظريته من الخيال إلى واقع ملموس يمكن إن يتحقق.

بعد ذلك تم الاهتمام بالمنتجات و الأبحاث النانومترية من قبل العالم كله، فالكل يتسابق من أجل تطوير النانو و استغلاله في المزيد من التطبيقات حتى وصل إجمالي الإنفاق العالمي على البحث في مجال النانوتكنولوجي ما يزيد على 54 مليار يورو عام2001 م [3].

و يعتبر النانو تكنولوجي هو الجيل الخامس في مجال الالكترونيات وذلك بعد أربعة أجيال متطورة وهي بالترتيب:

- ✓ المصباح الالكتروني (الجيل الأول) .
- ✓ الترانزستور (الجيل الثاني) .
- ✓ الذرات الإلكترونية (الجيل الثالث) .
- ✓ المايكرو ترانزستور (الجيل الرابع) .



الشكل(I-1):يوضح فكرة عمل إبرة الميكروسكوب النفقي الماسح [4]

الشكل(I-2):شعار شركة IBM مكتوبا بذرات عنصر الزركون على شريحة من النيكل[4]

2.I مفهوم المواد النانومترية:

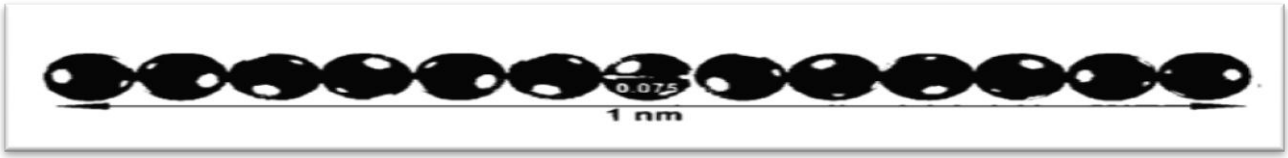
يمكن تعريف المواد النانومترية أو المواد المتناهية في الصغر بأنها تلك الفئة المتميزة من المواد المتقدمة التي يمكن إنتاجها والتي لها على الأقل بعد واحد من أبعادها في رتبة النانومتر ،بحيث تتراوح مقاييس أبعادها وأبعاد حبيباتها الداخلية بين 1 و100 نانومتر[5] .

تكون المواد النانومترية أشد صلابة وأكثر مرونة من المواد العادية و هذا راجع إلى كون انه كلما تقلص حجم الجزيئات ارتفعت صلابة المادة،حيث يفترض إن تقليص حجم الجزيئات يؤدي إلي تغير الروابط الذرية المبنية على تشارك الإلكترونات، أما مرونة المواد النانومترية فتأتي من كون صغر حجم الجزيئات يسمح لها بالانزلاق على بعضها البعض عند بداية الكسر وهكذا صنع الخزف قوي الصلابة وشديد المقاومة للصدمات في نفس الوقت.

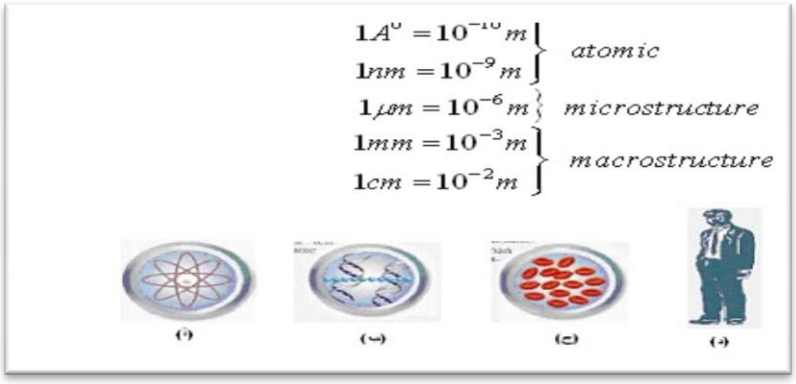
1. 2.I مفهوم علم النانوتكنولوجي:

علم النانو تكنولوجي هو التقنيات المصنوعة بأصغر وحدة قياس البعد استطاع الإنسان قياسها حتى الآن (النانومتر)، أي التعامل مع أجسام ومعدات وآلات دقيقة جداً ذات أبعاد نانو مترية ، فالنانو متر في مجال العلوم يعرف بأنه جزء من المليار من وحدة قياس الطول(المتر) و هي من أصول يونانية تعني قزم، لكي نتخيل حجم وصغر النانو متر نوضح ذلك من خلال الأمثلة التي نراها في حياتنا اليومية ، و نوضح ذلك فيما يلي:

- ✓ قطر شعرة الإنسان: 80000 نانو متر.
- ✓ طول 13 ذرة هيدروجين متراصة : 1 نانومتر الشكل(I-3).
- ✓ خلية الدم الحمراء = 12000 نانومتر تقريبا الشكل(I-4-ج).
- ✓ عرض غشاء نواة الخلية = 1 إلى 20 نانومتر.



الشكل(I-3): رسم تخطيطي يوضح صفا أفقيا مكون من 13 ذرة من ذرات هيدروجين البالغ قطر الواحدة منها 0.75 نانومتر [4].



(أ) قطر الذرة يبلغ عدة إنغستروومات (عشرات من النانومتر) ؛ (ب) اتساع جزيئات ال DNA حوالى 2,5 نانومتر (ج) الخلية الحيوية (كرات الدم الحمراء) يبلغ قطرها آلاف النانومترات ؛ (د) شخص طوله متران ، يمثل 2 مليار نانومتر.

شكل(I-4) :شكل توضيحي لمقارنة وحدة النانومتر بالمقاييس الأخرى [2].

I.2.2 تقنية النانو:

هي تصميم وصنع مواد وآلات ذات مقياس النانو متر وأستعار العلماء كلمة نانو وأضيفت قبلها كلمة تقنية للتعبير عن التقنية المتناهية في الصغر.ويعود منشأ مصطلح تقنية النانو إلى العالم الياباني نوريو تانيجوشي [5] ، الذي أطلق هذه التسمية في عام 1974م.

I.2.3 علم النانو:

هو علم يهتم بدراسة تركيب وخصائص المواد عند مقياس النانومتر [6].

I. 3 تصنيف المواد النانومترية:

تصنف المواد النانومترية على أساس أبعادها في الفراغ، حيث يمكن تصنيفها إلى عدة أصناف فهناك مواد ذات بعد واحد، ذات بعدين وذات ثلاثة أبعاد نذكرها في مايلي:

I.3.1 المواد النانومترية أحادية الأبعاد:

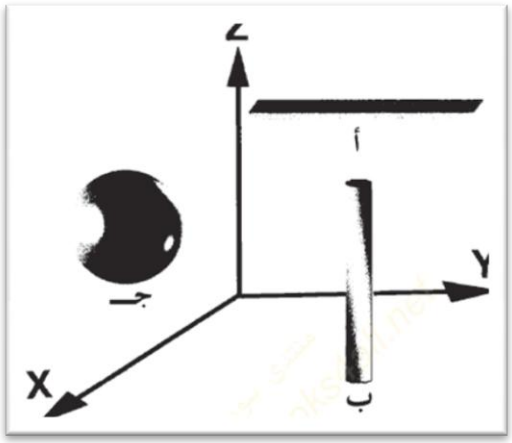
تكون هذه المواد على شكل طبقة مسطحة رقيقة ذات سمك في بعد واحد فقط ، حيث يكون احد أبعادها في حدود أقل من 100 نانومتر ولا يشترط أن يتمتع بعداها الآخران بمقاييس نانومترية.

I.3.2 المواد النانومترية ثنائية الأبعاد:

وه ي المواد التي يقل فيها قياس بعدين من أبعادها على الأقل عن 100 نانومتر.

3.3.I المواد النانومترية ثلاثية الأبعاد:

وه ي المواد التي تقل مقاييس أبعادها الثلاثة عن 100 نانومتر ويطلق عليها الكريات النانومترية كالحبيبات النانومترية والمساحيق فائقة النعومة.



(أ)رقائق أو طبقات نانومترية أحادية الأبعاد.

(ب)اسطوانة أو أنابيب نانومترية ثنائية الأبعاد.

(ج)حبيبات نانومترية ثلاثية الأبعاد.

الشكل(I-5):رسم تخطيطي يبين الأشكال المختلفة التي تخلق المواد النانومترية على هيئتها [7].

من أهم أشكال المواد النانومترية الثلاثية الأبعاد:

1.3.3.I النقاط الكمية:

تسمى بالنقاط الكمية لأن أبعادها محصورة في مكان ثلاثي الأبعاد يسمى نقطة وتعتمد خصائصها الإلكترونية والضوئية على حجمها نتيجة لتأثير الحصر الكمي الخاضع لميكانيكا الكم، الشكل(I-6- أ)

2.3.3.I الفولورين:

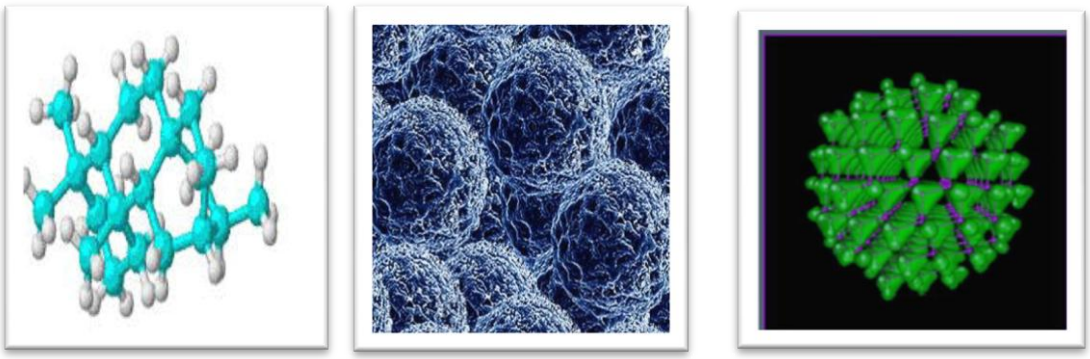
هو عبارة عن جزئ مكون من 60 ذرة من ذرات الكربون ويرمز له ب : C_{60} وهو كروي المظهر، الشكل (I-6- د) .

3.3.3.I الكرات النانومترية :

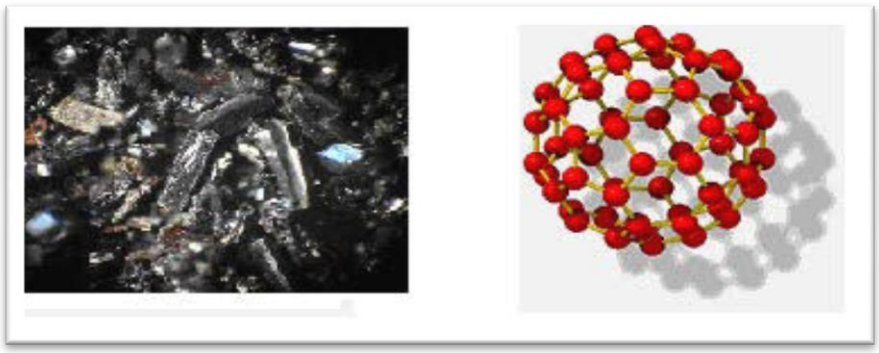
هي مواد نانومترية كروية متعددة القشرة وخاوية المركز ولا توجد فجوات على سطحها ويصل قطرها إلى500 نانومتر أو أكثر.

4.3.3.I الجسيمات النانومترية:

عبارة عن تجمع ذري أو جزئي يتراوح عددها من بضع ذرات أو جزيئات إلى مليون ذرة مرتبطة ببعضها بشكل كروي تقريبا بنصف قطر أقل من 100 نانومتر،الشكل(I-6- ج).



(أ) النقاط الكمية[8] (ب)كريات نانومترية [4] (ج)جسيم نانومتري[2]



(د) (ه)

(د) فولورين C_{60} في الصورة الجزيئية ؛(ه) فولورين C_{60} في الصورة البلورية [2].

الشكل(I-6): بعض التراكيب النانومترية.

4.I خصائص المواد النانومترية:

خلافا لما يحدث عند تحضير وتصنيع المواد المحسوسة (الحجمية) فإن الخواص الكيميائية و الميكانيكية و الفيزيائية للمادة الخام المستخدمة في تحضير المواد النانومترية تلعب دورا هاما للغاية وتختلف من مادة إلي أخرى ونذكرها في مايلي:

1.4.I الخواص الكيميائية :

تمتلك المواد النانومترية نشاطا كيميائي كبير بسبب الزيادة الكبيرة في مساحة السطح بالنسبة للحجم النانومتري ووجود عدد كبير من الذرات لهذه المواد وذلك لأن التفاعلات الكيميائية تحدث على السطح . فأصبحت تستخدم كمواد محفزة تعرف باسم (nanocatalysts) مؤلفة من حبيبات دقيقة بمقياس 100 نانومتر لقطر الحبيبة الواحدة وتستخدم هذه المحفزات في تحويل الغازات السامة والضارة الي غازات غير ضارة لتلعب المواد النانومترية دورا أساسيا في الحد من التلوث ، استخدمت المواد النانومترية المصنعة من البلاتين في تصنيع خلايا الوقود ،حيث أصبحت هذه الخلايا من أحد أهم مصادر الطاقة الجديدة.

2.4.I الخواص الميكانيكية :

تتغير خواص المواد على المقياس النانومتري لصغر حجم الحبيبات المكونة لها وما له من اثر على زيادة المساحة السطحية بالنسبة للحجم فتزداد صلابة المواد الفلزية وتزداد مقاومتها للإجهاد الواقع عليها كذلك تكتسب المواد السيراميكية متانة لا تملكها المواد السيراميكية المعروفة بهشاشتها، فلستخدمت مواد شديدة الصلابة والمتانة لحفر أبار البترول والمياه بحيث تعتمد على مواد نانومترية مثل كربيد التيتانيوم وكربيد التنجستن بدلا من استخدام الماس المكلف جدا،كما أصبحت مواد نانومترية من أكسيد الألومنيوم وأكسيد الزركونيوم تستخدم في طلاء محركات السيارات لإطالة عمرها بحمايتها من الصدأ والتآكل، كما دخلت المواد النانومترية في صناعة هياكل السيارات والطائرات والمركبات الفضائية لتزيد من قوة تحملها بأكثر من 31% من المواد العادية.

3.4.I الخواص الفيزيائية :

تتغير الخواص الفيزيائية حسب درجة الحرارة وشدة الضوء نذكرها في مايلي:

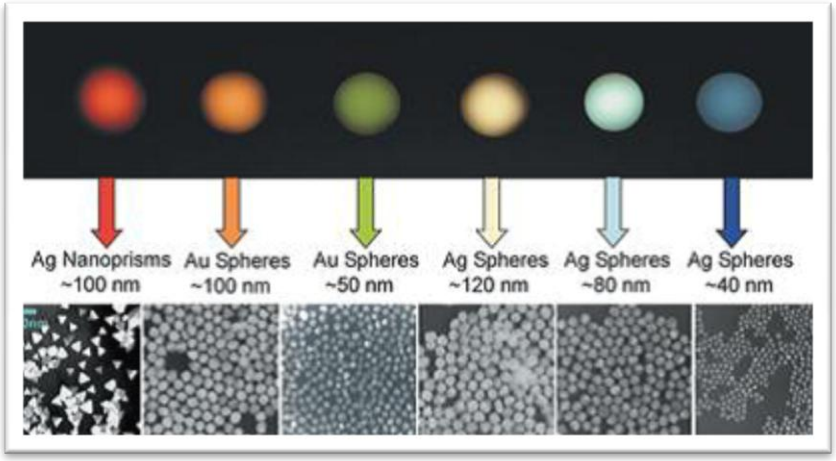
1.3.4.I الخواص الحرارية :

عند تقليص أبعاد مقياس الجسيمات تتأثر قيمة درجة حرارة انصهار المادة فمثلا درجة انصهار الذهب العادي هي 1064 c والذهب المصنع بربتة الذرات على المقياس النانومتري درجة انصهاره حوالي 500 cأي كلما زاد نصف قطر الحبيبات زادت نقطة الإنصهار . [1]

2.3.4.I الخواص الضوئية:

إن تغير أقطار الحبيبات واختلاف أحجامها واختلاف تشتت الضوء عليها هو السبب في تغير الخواص للمادة فعندما يكون الذهب في الحالة الطبيعية حجم حبيباته300 نانو متر يأخذ

اللون الأصفر الذهبي وعند ما يتم تصغير حبيباته الأقل من 20 نانو متر يصبح لونه شفاف وعندما نستمر في التصغير يتحول اللون إلى الأخضر، البرتقالي ، الأحمر.



الشكل(I-7):تغير لون الذهب حسب حجم حبيباته [2].

I.4.4 الخواص المغناطيسية :

تعتمد قوة المغناطيس اعتمادا كليا على مقاييس أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها المغناطيس ، حيث كلما صغرت تلك الحبيبات وتزايدت مساحة أسطحها الخارجية و وجود الذرات على تلك الأسطح كلما ازدادت قوة وفعالية المغناطيس وشدته .

وتعد المواد النانومترية ذات الخواص المغناطيسية من أهم مصادر المواد التي تدخل في إنتاج المغناطيسات فائقة الشدة المستخدمة في المولدات الكهربائية الضخمة ،ومحركات السفن والبواخر العملاقة .

I.4.5 الخواص الكهربائية :

إن صغر حجم المواد النانومترية وزيادة المساحة السطحية إنعكس على الخواص الكهربائية، فالمواد العازلة مثل البوليمرات أصبحت على مقياس النانو موصلة وتمتلك قدرة على توصيل التيار الكهربائي وأشباه الموصلات تصبح موصلة على المقياس النانومتري فمثلا السيليكون موصلا جيد للتيار الكهربائي.

الفصل الثاني

تصنيع المواد النانومترية

II. 1 طرق إنتاج المواد النانو مترية:

يوجد العديد من الأجهزة والطرق المستخدمة في إنتاج المواد النانومترية بمختلف فيئاتها وبدرجات متفاوتة من الجودة والسرعة والتكلفة ، وكل هذه الطرق يمكن إدراجها في أسلوبين رئيسيين:

الأسلوب الأول : من الأعلى إلى الأسفل (من القمة إلى القاع) .

الأسلوب الثاني: من الأسفل إلى الأعلى (من القاع إلى القمة) .

يتضح أن الأسلوبين يعملان في اتجاهين متعاكسين ، والأمر الذي لا يمكن فيه إتباع أسلوب واحد فقط في تحضير كل فئات المواد والمنتجات النانومترية هو استمتاع كل أسلوب من الأسلوبين بعدد من المزايا الخاصة وفي الوقت نفسه لديه العديد من العيوب ونقاط الضعف.

ونقصد بالمصطلحين المستخدمين في كلتا الحالتين :

"القمة" الأجسام الكبيرة .

"القاع"يرمز إلى مكونات المادة الأساسية من الذرات والجزيئات أو الحبيبات فائقة النعومة.

II.1.1 تقنية إنتاج المواد النانومترية بأسلوب من الأعلى إلى الأسفل:

تستخدم هذه التقنية في تصغير الأحجام الكبيرة ومساحيقها التي تبلغ مقاييس المادة فيها عدة مئات أو عشرات الآلاف من النانومتر والوصول بها إلى حبيبات فائقة النعومة لا تتعدى أبعادها بضعة نانومترات تقل عن 100 نانومتر.ه ي التقنية الأكثر شيوعا واستخداما وذلك لقدرتها على إنتاج كميات كبيرة من مساحيق وحبيبات المواد النانومترية على مختلف أنواعها وفئاتها وتتضمن هذه التقنية عدة طرق منها :

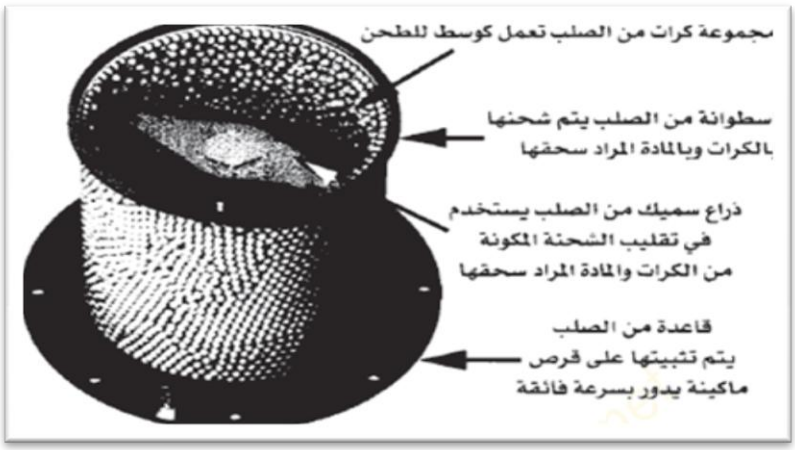
- ✓ الطحن الميكانيكي.
- ✓ التذرية أو الاستئصال الليزري.
- ✓ الحفر أو الحك.
- ✓ التنفيل أو البعثرة.

II.1.1.1 طريقة الطحن الميكانيكي:

هي طريقة ميكانيكية تنتج مسحوق نانو متري بحجم من3 إلى25 نانومتر، وتتألف الطاحونة من أسطوانة (وعاء الطحن) مصنوعة من سبيكة من سبائك الصلب، تستخدم مادة كربيد التنجستن WC في بعض الحالات تشحن بجسيمات كتل المادة المراد سحقها، ويضاف إليها عدد من الكرات تفوق صلابتها صلابة المادة المراد طحنها ويمكن أن تتم عملية الطحن بمعزل عن الهواء الجوي، وذلك إذا كانت المادة المراد سحقها من المواد الفلزية أو إحدى سبائكها، وذلك لتجنب تأكسدها. أو قد تتم في وجود الهواء الجوي إذا كانت المادة من إحدى المواد السيراميكية لأكاسيد الفلزات المستقرة كيميائياً، مثل أكسيد الألمنيوم Al_2O_3

أو أكسيد التيتانيوم TiO_2، وتتوقف كفاءة عملية الطحن في الحصول على مساحيق ناعمة تتركب من حبيبيات نانومترية، على عدة عوامل، نذكر من بينها:

- ✓ نوع الطاحونة المستخدمة وقدرتها.
- ✓ نوع المادة المصنوعة منها أوعية وكرات الطحن.
- ✓ النسبة الوزنية بين الوسط الطاحن المادة المراد طحنها.
- ✓ السرعة التي يتم عندها إجراء عملية الطحن.
- ✓ الزمن الكلي المستغرق لعملية الطحن.
- ✓ حجم الكرا ت الطاحنة (يوجد حجوم مختلفة من الكرات) [7].

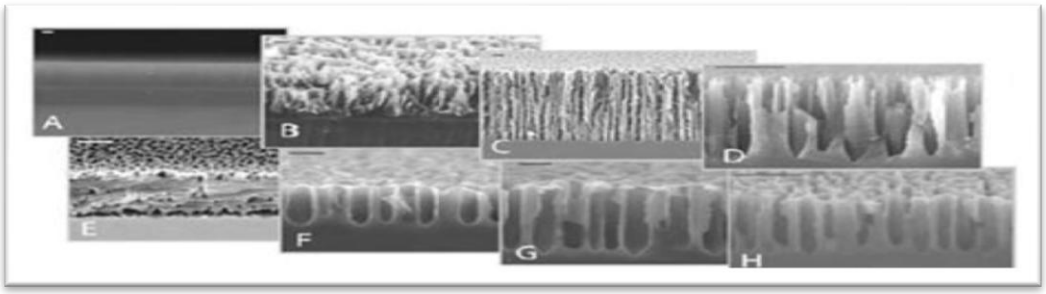


الشكل (II -1): رسم تخطيطي لوعاء الطحن محتوى على الكرات التي تقوم بطحن المادة [7].

2.1.II طريقة الحفر:

يكون الحفر كيميائي أو إلكتروكيميائي، تتم الطريقة الكيميائية بوضع شرائح رقيقة من المادة في مواد كيميائية تقوم بحك الشرائح فتخرج جسيمات نانو مترية من الشرائح على سطحها، ثم توضع في محلول مثل الميثانول وتدخل في جهاز الموجات فوق الصوتية، فتسقط الجسيمات النانومترية من سطح الشرائح وتتعلق في المحلول.

أما الطريقة الالكتروكيميائية فتتم بوضع شريحة المادة في القطب الموجب وشريحة متعددة الكربونات في القطب السالب، بحيث يمر التيار الكهربائي وهي داخل حمام كيميائي يساعد على الحك فتخرج الجسيمات النانومترية، استخدمت هذه الطريقة لصنع النانو سليكون [9].



الشكل(II -2): تكبير لشريحة السيلكون [9].

2.II تقنية إنتاج المواد النانومترية بأسلوب من الأسفل إلى الأعلى:

تعتمد هذه التقنية على تصميم الجهاز النانو متري المراد إنتاجه ثم القيام بتفصيل مكونات نسيج هيكلها الداخلي المكون من ذرات أو جزيئات بحيث يتم ترتيب وتشكيل هذه المكونات ذرة ذرة و جزيئا جزيئا ووضعها في هياكل نانومترية محددة الأبعاد والأشكال، وفقا للبنية المراد الحصول عليها . حيث يهدف هذا النمط الإنتاجي إلى الحصول على هياكل نانو مترية تتمتع بخواص وسمات غير متوافرة في المواد التقليدية الأخرى التي لها التركيب الكيميائي نفسه ، إن الأمر الذي يعني إضافة وظائف جديدة متميزة وقدرات هائلة لهذه الهياكل عند دخولها كعناصر ومكونات أساسية في تصنيع الأجهزة النانومترية المختلفة.

وفي إطار هذا الهدف فان نمط إنتاج المواد والأجهزة النانومترية من خلال أسلوب من الأسفل الى الأعلى يتطلب توافر ثلاثة عناصر رئيسية هي :

- ✓ جزيئات المادة والتي يطلق عليها (الوحدات الأساسية للبنية الجزيئية) تكون لهذه الجزيئات المخلقة القدرة على الارتباط مع غيرها من جزيئات المواد الأخرى لتكوين تراكمات من الجزيئات يتم ترتيبها لتحتل أماكنها بالهياكل النانومترية وفقا للنموذج المصمم.
- ✓ توافر طرق ملائمة ودقيقة نستطيع من خلالها إستخدام تلك الوحدات الأساسية للبنية الجزيئية في بناء الهياكل النانومترية المراد تخليقها.
- ✓ القدرة على توظيف تلك الهياكل النانومترية المخلقة في تصنيع الأجهزة الدقيقة صغيرة الأحجام والتي قد تصل مقاييس أبعادها الي عدة ميكرو مترات أو بعض مليمترات .

ويطلق على هذه التقنية " تقنية التجميع الجزيئي" (Molecular Assembly). وتنقسم هذه التقنية إلى نوعين هما:

- ✓ التجميع الموضعي (Positional Assembly)، والتي يُطلق عليها أيضا باسم التجميع الآلي أو الروبوتي.

- ✓ التجميع الذاتي .

II. 1.2 التجمع الموضعي :

تشير تقنية التجمع الموضعي إلي تلك الأساليب المستخدمة للتحكم في البناء الذري للمادة من خلال التلاعب في طريقة ترتيب الذرات والجزيئات ومواضعها في الهيكل الداخلي للمادة .

II.2.2 التجمع الذاتي:

هي تلك العمليات التي تكون خلالها مجموعة من الذرات والجزيئات بشكل تلقائي تجمعات منتظمة لتكوين الهياكل الجزيئية المراد الحصول عليها وتقوم تقنية التجمع الذاتي على أساس أن الجزيئات المكونة لتلك الهياكل تسعى دائما إلى أن تكون مستقرة و أن تكون بأقل مستويات ممكنة من الطاقة المتاحة ولتحقيق هذا الاستقرار فإنها تسعى إلى الارتباط بالجزيئات الأخرى المتاحة لها او تسعى إلى تكوين الوحدات الأساسية للبنية الجزيئية للهياكل النانومترية بتجميعها مع الجزيئات المجاورة لها ما يحقق لها الاستقرار، مثال على ذلك جزيئات البروتينات والدهون عموما .

II. 3.2 طريقة الصول- جل(SOL-GEL):

تستخدم هذه الطريقة السوائل أثناء التحضير ، حيث يتم توظيفها لإنتاج طائفة عريضة من الغرويات على الأخص أكاسيد المواد الفلزية، حيث تعتبر هذه الطريقة صديقة للبيئة و الأولى التي تتم من خلالها عملية التجمع الذاتي ، وتتميز هذه الطريقة بالتالي :

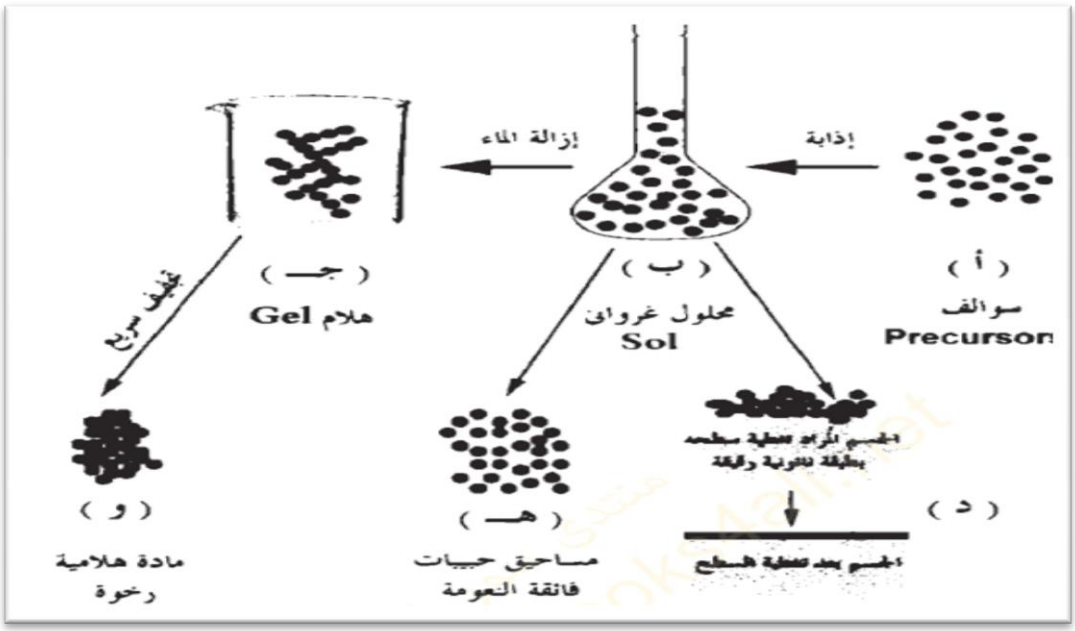
- ✓ مرونتها وسهولة خطواتها في إنتاج أنواع مختلفة من المواد النانومترية.
- ✓ قدرتها على إنتاج كميات صناعية ضخمة من حبيبات المواد النانومترية متجانسة التركيب والبنية تتمتع بنقاوة عالية تصل إلى99.99% .
- ✓ تُعد الطريقة الأقل تكلفة ، والأسرع في عمليات التحضير .
- ✓ تنتج من خلالها مواد نانومترية لمعظم السبائك والمواد السيراميكيّ والمواد المتراكبة عند درجات الحرارة المنخفضة .
- ✓ توظيف مواد أولية سابقة التحضير ومنخفضة التكلفة ، تستخدم لإنتاج المواد النانومترية.

طريقة العمل :

تبدأ هذه الطريقة في إذابة مساحيق حبيبات المواد الأولية سابقة التحضير والتي يطلق عليها السوالف الشكل (II-3- أ) وهي غالبا ما تكون من الاكاسيد الكحولية للمواد ونتيجة للتفاعلات المصاحبة لإذابة السوالف في المحلول يتكون ما يعرف باسم (الصول أو المحلول الغرواني) وهو أشبه بمائع تعلق به رواسب

لحبيبات نانومترية فائقة كما هو موضح في الشكل (II-3-ب) وعلى النقيض مما هو مبين بهذا الشكل، ونظرا إلى نانومترية مقاييس أبعاد تلك الغرويات فلا يمكننا في الواقع أن نرى تلك العوالق النانومترية الأبعاد و أن ندرك وجودها بالمائع إلا من خلال الفحص بواسطة أجهزة التكبير العملاقة من الميكروسكوبات الإلكترونية عالية التكبير والدقة ونستطيع استخدام الصول الناتج من عملية الإذابة هذه لتشييع وغمس أسطح المواد والمنتجات الفلزية وغير الفلزية به، حيث تترسب جزيئاته على أسطحها في صورة طبقات نستطيع التحكم في أسماكها وفقا للغرض و الاستخدام الذي من أجله غطيت الأسطح بها الشكل (II- 3- د) وتعد هذه الطريقة من أبسط الطرق المستخدمة في إنتاج الشرائح الإلكترونية و أقلها تكلفة ويستخدم الصول الناتج أيضا في تغطية أسطح المعدات لحمايتها من التآكل بالصدأ أو الاحتكاك وبالإضافة الي ذلك توظيف الصول لإنتاج مساحيق الحبيبات النانومترية فائقة النعومة الشكل (II- 3- هـ) من المواد المختلفة يمكن بعد ذلك تجميع حبيباتها لتشكيلها بواسطة المكابس حيث نحصل منها على أجسام صلبة عالية الكثافة يمكن إستخدامها كمكونات للماكينات والآلات المختلفة.

الصول بعد نز ع وإزالة الماء منه الشكل (II-3-ج) تكوين الهلامي الذي يجفف تجفيفا سريعا للحصول على مواد هلامية وهي عبارة عن جسيمات نانومترية تشكل في تجميعاتها أشكالا صلبة ولكنها رخوة وغير متماسكة وتتمتع باللزوجة عالية الشكل (II- 3- و) وبالإضافة الي ما تقدم ، يستخدم الصول كذلك في تحضير أشكال أخرى مختلفة من المواد النانومترية مثل الآلي [7] .



الشكل (II-3): رسم تخطيطي مبسط يبين مراحل إنتاج المواد النانومترية من خلال طريقة الصول جول الكيميائية .[7]

الفصل الثالث

الجزء التطبيقي

في هذا الفصل سوف نتطرق الى إحدى طرق إنتاج المواد النانومترية ألا وهي طرق السحق عالي الطاقة f (broyage mécanique haule énergie) بالإضافة إلى الشروط التجريبية و من اجل التأكد من الحصول على المواد النانومترية قمنا باستعمال الأشعة السينية .

1.III الشروط التجريبية:

في هذه التجربة تم تحضير العينات بطريقة السحق عالي الطاقة f بواسطة جهاز سحق من نوع spex 8000، حيث تم السحق دوريا بالطريقة التالية 1/2ساعة سحق+1/4إيقاف السحق (لتخفيف درجة الحرارة) حتى نحصل على الزمن اللازم لكل عينة بعد إتمام عملية السحق نضع العينة في جهاز الأشعة السينية،حيث قمنا باستعمال طول موجي λ=1.54056 والزاوية الابتدائية10 درجة فتحصلنا على مخططات الأشعة السينية الخاصة بكل زمن سحق.

تم حساب أطوال المتوسطة للحبيبات باستعمال علاقة :

$$\beta = \frac{\lambda}{d\cos\theta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

θ:زاوية الانعراج.

λ =1.54056 :طول الموجة المستعملة.

β نصف طول قمة الانعراج

2.III تعيين نوع الشبكة:

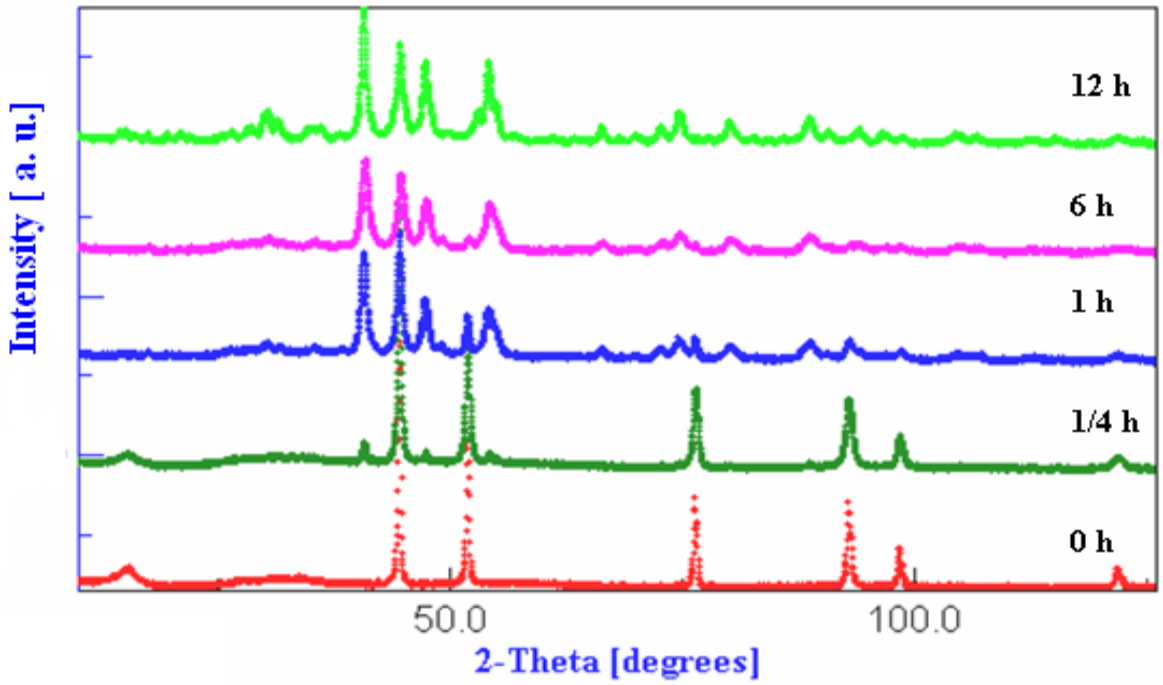
1. 2. III تعريف ملفASTM :

هي احد أكبر تنظيمات التطوير الموثوق بها كمصدر للمعلومات التقنية للمواد و إسمها مشتق من الجملة (American Society for Testing and Materials) ولها دور كبير في تطور الحديد المستعمل في السكة الحديدية .

ملفات ASTM تعطي الكثير من البلورات المختلفة بالشكل التالي:

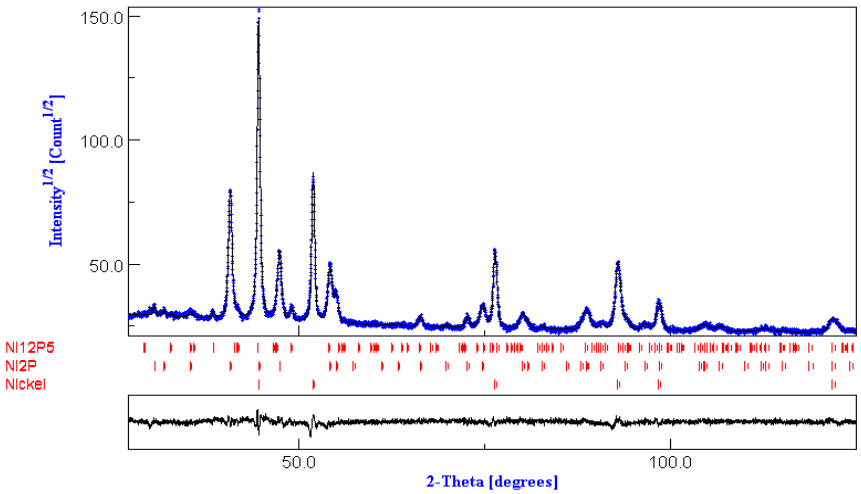
- ✓ طول الموجة المستعمل في التجربة.
- ✓ القيم الأساسية ومستويات الانعراج d.
- ✓ الزاوية θ ومؤشرات مطهر الموافقة.
- ✓ شدة الانعراج.
- ✓ نوع البنية البلورية.

- ✓ ثابت الشبكة.
- ✓ نوع التجربة.



الشكل (III-1): مخطط انعراج الأشعة السينية للمركب بدلالة زمن السحق.

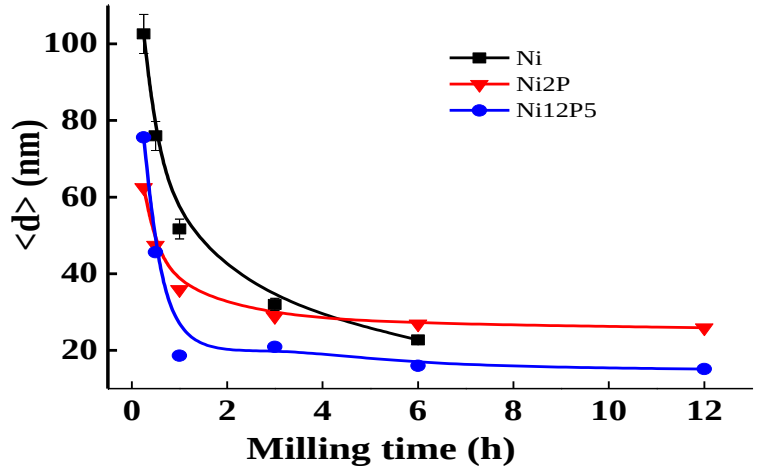
نلاحظ من خلال هذا المخطط أنه :كلما زاد زمن السحق نقصت قمم الانعراج وهذا دلالة على نقص أبعاد الذرات . وان كلما زاد زمن السحق زادة عدد قمم الانعراجات وهذا دلالة على تشكل أطوار جديدة للمادة.



الشكل(III- 2): يمثل مخطط انعراج DRX بعد 30دقيقة من السحق

من خلال مخطط الانعراج و بعد مقارنة المخطط مع مخططات الملفات ASTM توصلنا إلى إن العينات تحتوي على الأطوار البلورية التالية (Ni) ، (Ni_2P)، ($Ni_{12}P_5$)

الشكل يمثل منحنى تغير البعد بين الحبيبات ‹d› بدلالة زمن الشحن .



الشكل(III- 3):يمثل منحنى تغير البعد بين الحبيبات ‹ d› بدلالة زمن الشحن .

من المنحنى نلاحظ أن:

كلما زاد زمن السحق نقصت القيمة حتى تصل إلى قيمة معينة لكل طور ($d \approx 30nm$)، ($d \approx 28nm$) و هذا دلالة على تشكل المادة من رتبة المواد النانومترية. ($d \approx 10nm$)

الخلاصة العامة

في ضوء ما ذكرناه سابقاً نأمل أن نكون قد وفقنا في عرض ميسر لـ:

- ✓ مفهوم تقنية المواد النانومترية.
- ✓ التعريف بإشكالها (النقاط الكمية ،الكرات النانومترية ،الفولورين ، الجسيمات النانومترية).
- ✓ تصنيفاتها (أحادية الابعاد ،ثنائية وثلاثية الابعاد).
- ✓ خواصها الكيميائية ، الفيزيائية ، الكهربائية ، المغناطيسية ، الميكانيكية ، الضوئية.

درسنا الطرق المستخدمة في إنتاج المواد النانومترية، حيث تدرج في أسلوبين رئيسيين :

- ✓ الأول تصغير حجم المواد ومن أهم الطرق المستخدمة فيه طريقة الطحن الميكانيكي ،الحفر.
- ✓ الثاني تكبير حجم المواد ومن أهم طرقها التجمع الذاتي والموضعي ،طريقة صول جل .

في الأخير قمنا بتحضير عينة مكونة من الفسفور والنيكل باستخدام طريقة الطحن الميكانيكي ومن اجل دراستها استعملنا حيود الأشعة السينية فتحصلنا على النتائج التالية :

- ✓ قبل عملية الطحن كان حجم الحبيبات والبعد بين الذرات كبير.
- ✓ بعد عملية الطحن نلاحظ أن البعد بين الحبيبات ‹d› يتناقص حتى يصل إلى ما يقارب ($d_{Ni}\approx30nm$) ، ($d_{Ni2P}\approx28nm$) ، ($d_{Ni12P5}\approx10nm$) دلالة على تشكل المادة من رتبة المواد النانومترية.
- ✓ تتشكل بعض الأطوار (Ni) ، (Ni_2P) ، ($Ni_{12}P_5$) نتيجة التغير في ثوابت الشبكة .

قائمة المراجع

[1]- أمل إبراهيم لبد، إثراء بعض موضوعات منهاج العلوم بتطبيقات النانوتكنولوجي وأثره على مستوى الثقافة العلمية لطلبة الصف الحادي عشر جامعة الأزهر ، غزة عمادة الدارسات العليا والبحث العلمي كلية التربية قسم المناهج وطرق التدريس.

[2]- دكتور محمود محمد سليم صالح ، مقالة مأخوذة من منتدى التعليم بمحافظة الطائف ، أستاذ مشارك بقسم العلوم الطبيعية والتطبيقية،كلية المجتمع بالأفلاج والباحث في تقنية النانو، 20 فيفري 2014.

[3]- حسن سعيد فولة ، مقالة مأخوذة من كتلب، بعنوان النانوتكنولوجي طفرة ... تستحق منك نظرة، 2009.

[4]- طارق بن طلق المطيري، دور تقنية النانو في الحد من الكوارث ، ورقة عمل مقدمة للجنة الحلقة العلمية المنعقد بكلية التدريب في جامعة نايف العربية للعلوم الأمنية 2012 .

[5]- عطية البردي ، مجلة الفيزياء العصرية "دروس من الطبيعة في النانو تكنولوجي" العدد السادس ، (www.hazemsakeek.com) ، ص 19-24 ، 2009.

[6]- معلومات عن علم النانو تكنولوجي 2012، وتطبيقاته، بحوث عن النانو تكنولوجيPDF PPT.

[7]- د.محمد شريف الاكسندري، كتاب تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل ،سلسلة كتب ثقافية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ،الكويت صدرت السلسلة في يناير 1987.

[8]- الصالحي والضويان، محمد صالح و عبد الله صالح، مقدمة في تقنية النانو،جامعة الملك سعود، إصدار بمناسبة انعقاد ورشة عمل أبحاث النانو في الجامعات(2007م).

[9]- نهى علوي الحبشي، كتاب ماهي تقنية النانو، شعبان 1432هـ /يوليو 2011م بفسح الطباعة والتوزيع من وزارة الثقافة و الإعلام ، المملكة العربية السعودية .

[10]- حجازي أحمد، كتاب تكنولوجيا النانو الثورة التكنولوجية الجديدة، دار كنوز المعرفة للنشر والتوزيع، الأردن(2012) .

ملخص

في هذا العمل قمنا بدراسة المواد النانومترية من خلال استعمال طريقة السحق لخليط $Ni_{70}P_{30}$ باستعمال طريقة حيود الأشعة السينية فتحصلنا على النتائج التالية :

- المسحوق يحتوي على الأطوار التالية: (Ni) ، (Ni_2P) ، ($Ni_{12}P_5$)
- قبل عملية الطحن كان حجم الحبيبات والبعد بين الذرات كبير.
- بعد عملية الطحن نلاحظ أن البعد بين الحبيبات ‹d› يتناقص حتى يصل الي ما يقارب ($d_{Ni12P5} \approx 10nm$) ($d_{Ni2P} \approx 28nm$) ($d_{Ni} \approx 30nm$).

Résumé

Dans ce travail nous avons étudié des matériaux à l'échelle nanométrique obtenu par méthode de broyage de mélange $Ni_{70}P_{30}$.

La diffraction des rayons X montre les résultats suivants:

- ✓ La poudre contient les phases suivantes: (Ni), (Ni_2P), ($Ni_{12}P_5$)
- ✓ Avant le broyage la taille des particules et la distance entre les atomes grandes.
- ✓ Après le broyage noter que la distance entre les particules <d> diminue jusqu'à ce qu'elle atteigne environ ($d_{Ni} \approx 30$ nm) ($d_{Ni2P} \approx 28nm$) ($d_{Ni12P5} \approx 10nm$)